

# 離島長大トラス橋(若松大橋)の耐震性能照査及び耐震性能向上策の検討

長崎大学大学院 学生会員 ○黒木義治  
 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄  
 長崎大学工学部 正会員 中村聖三

## 1. はじめに

兵庫県南部地震以後、道路橋示方書(以下道示)の改定により、新設される道路橋と同様に既設道路橋に対しても、レベル1およびレベル2地震動に対する耐震性能の確保が求められている<sup>1)</sup>。これまで既設トラス橋を対象とした動的解析が行われた例はあるが、レベル2地震動に対する長大トラス橋の耐震設計事例は少ないようである<sup>2)</sup>。そこで、離島長大トラス橋のレベル2地震動に対する時刻歴応答解析による耐震性能照査を行った<sup>3)</sup>。その結果、上下弦材の主要部材および二次部材の一部に損傷を受けることが明らかとなった。本検討では、耐震性能を向上させる方策として制震ダンパーの適用や支承の免震化などによる応答値の低減効果について検討する。

## 2. 若松大橋の概要および解析概要

### 2.1 若松大橋の概要

本橋は、長崎県本土の西に位置する五島列島の若松島と中通島を結んでいる離島架橋である。平成3年9月の供用開始から15年経過している。中央径間235m、側径間117.5mの3径間鋼連続トラス橋であり、主構間隔9m、有効幅員6.5mである(図-1)。上部構造は橋軸方向に対してA1橋台部において1点固定されており、P1、P2、P3橋脚部では可動で非対称となっている。

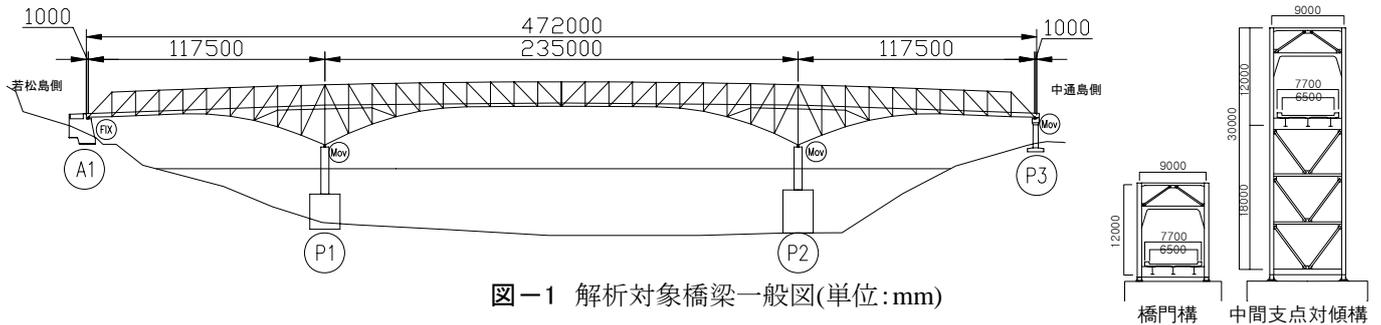


図-1 解析対象橋梁一般図(単位:mm)

### 2.2 解析概要

解析モデルは、全トラス部材をはり要素を用いて3次元骨組モデルとした(図-2)。RC床版については剛性を考慮し、トラス部材と共に材料非線形性を考慮するため、ファイバーモデルを用いた。支承はバネ要素によりモデル化した。

本解析では、幾何学非線形を考慮していないため、座屈については、道示鋼橋編の許容軸方向圧縮応力度の基準となる基準耐荷力により評価している。

地震応答解析には土木・建築向け汎用3次元動解析プログラムTDAPⅢを用いる。解析方法の概要を表-1に示す。

## 3. 現況の耐震性能照査

本橋の要求耐震性能は、道示に基づきレベル2地震動に対しては耐震性能2を確保することとした(主要部材:弾性的に挙動する 二次部材:損傷を許容する)。耐震性能照査は部材最外縁の最大ひずみ $\epsilon$ と降伏ひずみ $\epsilon_y$ の比によって部材が降伏するか否かを判別した。その際、 $|\epsilon/\epsilon_y| > 1$  のとき部材

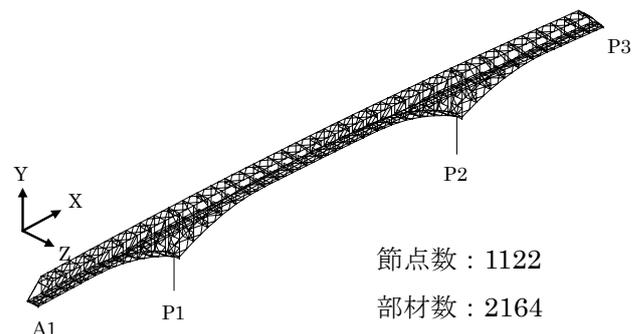


図-2 解析モデル

表-1 解析方法の概要

解析方法	時刻歴応答解析(直接積分法)
数値積分方法	ニューマークβ法(β=1/4)
積分時間間隔	1/400秒
減衰	レーリー減衰
入力地震波	タイプⅠ,Ⅱ地震動
地盤種別	Ⅰ種地盤
地域別補正係数	Cz=0.7(長崎県)

が降伏したものと評価している。

現況の耐震性能照査の結果として、**図-3** に降伏耐力超過部材を、**図-4, 5** に橋軸方向および橋軸直角方向加震時における主要部材である上下弦材の無次元ひずみをそれぞれ示す。

橋軸方向加震時では固定支承であるA1付近の下弦材、中央径間付近の上下弦材において降伏する結果となった。また、ここには示していないが、横構などの二次部材においても多くの部材が降伏耐力を下回る結果となった。

**4. 耐震性能向上策の検討**

**4.1 対策の方針**

耐震性能を向上させる策として、部材断面を補強することで耐力を向上させる方法、または制震・免震装置により応答値の低減を図る方法に大別される。現況の耐震性能照査の結果では多くの部材に損傷が考えられることから、部材断面の補強を実施する場合、死荷重の増加による下部工の強度不足などの問題が挙げられるほか、不経済となるケースも少なくない。

そこで、本検討では、制震ダンパーを設置する方法と既存鋼製支承を免震支承に取り替える方法について解析を実施した。対策の概要を表-2に示す。

**4.2 結果**

橋軸方向加震、橋軸直角方向加震時ともに、**図-4, 5** に示すように全てケースにおいて応答値が大幅に低減されている。ただし、CaseX1の橋軸方向加震時においては固定支承A1付近の下弦材に応力が集中したことにより耐力を超える結果となり要求耐震性能を満足しない結果となった。また、ここには示していないが二次部材については、一部耐力を超える部材が残っている。

**5. おわりに**

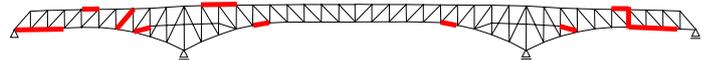
耐震性能照査の結果、現状では上下弦材の主要部材および二次部材に損傷を受けることが明らかとなった。本検討では、耐震性能を向上させる方策として制震ダンパー及び免震支承を用いて応答値の低減効果について検討した。

結果として、一部耐力を超える部材が残るものの、どのケースにおいても大幅に応答値が低減された。

しかし、現鋼製支承を免震支承に取替えることについて、本橋は海洋に架かっており施工が非常に困難になると判断し、橋軸方向にはせん断パネル型制震ストッパーの設置、橋軸直角方向には軸降伏型ダンパーの設置が有効な手段であると考える。

**参考文献**

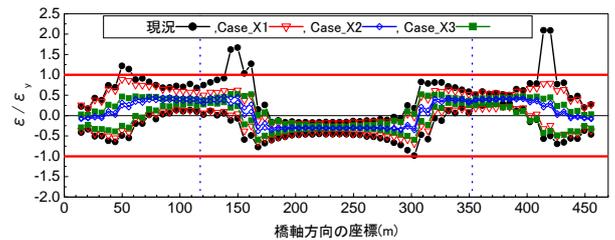
- 1) (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 (V耐震設計編),2002.3
- 2) (社)日本鋼構造協会:鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン, 2006.9
- 3) Yoshiharu Kuroki, Qingxiong Wu, Kazuo Takahashi, Shozo Nakamura, Hiroshi Inuzuka: Nonlinear seismic response properties of the long truss bridge connecting detached islands, Proceedings of the ACEE 2006, pp.148-149
- 4) 橋梁用デバイス研究会((株)横河ブリッジ, 高田機工(株), 川口金属工業(株)):せん断パネル型制震ストッパー設計・施工要領, 2006.10



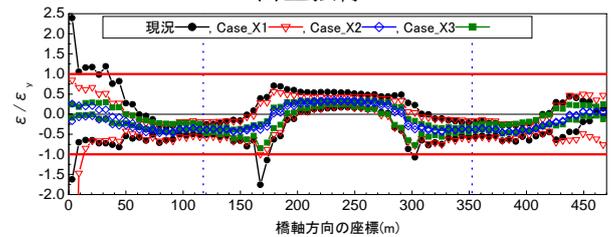
**図-3** 現況照査結果(降伏耐力超過部材)

**表-2** 耐震性能向上策

方向	Case	対策方法	設置箇所
橋軸方向	X1	粘性型ダンパー	P3支承部(可動)
	X2	せん断パネル型制震ストッパー <sup>4)</sup>	A1支承部(固定)
	X3	鉛プラグ入り積層ゴム支承	全支承(取り替え)
橋軸直角方向	Z1	軸降伏型ダンパー(BRB)	中間支点对傾構(斜材) 下横構(中間支点部付近)
	Z2	鉛プラグ入り積層ゴム支承	全支承(取り替え)

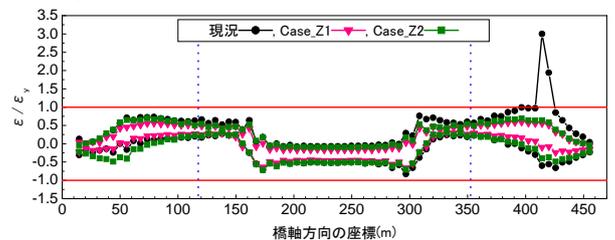


(a)上弦材

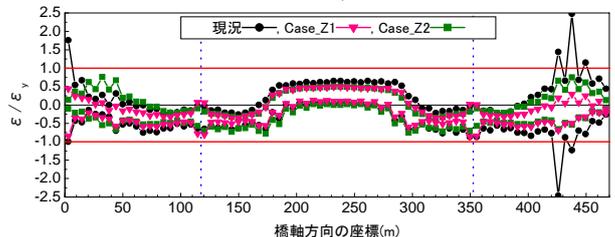


(b)下弦材

**図-4** 橋軸方向加震時の無次元ひずみ



(a)上弦材



(b)下弦材

**図-5** 橋軸直角方向加震時の無次元ひずみ